

Unterbrechungsfreie Stromversorgung
USV Produktnorm IEC 62040-3



Dauerwandler oder
Doppelwandler?
Online oder nicht?

EATON

Powering Business Worldwide



First Class Spannungsschutz made by Eaton

Eaton liefert für Ihr sensibles Equipment genau die qualitativ hochwertige Stromversorgung die erforderlich ist um, unabhängig von der Qualität der Netzspannung, einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten.

Das Rezept ist ganz einfach. Es besteht aus nur drei Zutaten:

- 1. Hardware**
- 2. Software**
- 3. Service**

In die Hardware, also die USV-Systeme, fließt unsere ganze Erfahrung, die wir in vier Jahrzehnten Spannungsschutz gesammelt haben, ein. Die Anlagen arbeiten mit hoch entwickelter Technik und es werden die besten auf dem Markt erhältlichen Batterien eingesetzt. Dadurch wird selbst bei ungünstigsten Betriebsbedingungen ein Wirkungsgrad von bis zu 99% erreicht.

Im Lieferumfang ist auch die Software Suite enthalten. Sie besteht u. a. aus Überwachungs- und Shutdown Software

– kurz alles was Sie benötigen um Ihre USV sofort in Ihre Systeme einzubinden.

Unser Service begleitet Ihre USV ein Leben lang, von der Beratung zur Dimensionierung über die Wartung bis zur Fernüberwachung über FORS (Full Online Remote Service), mit der Sie sich über Spannungsschutz wirklich keine Gedanken mehr machen müssen. Wir bieten lokalen und weltweiten Service über unser Netzwerk aus eigenen Serviceniederlassungen und autorisierten Distributoren.

Eaton ist weltweit führend bei Stromversorgungslösungen. Mit dem breitesten Angebot an Produkten und Serviceleistungen bietet Eaton Unterbrechungsfreie Stromversorgungen, AC/DC-Stromversorgungen, Überspannungsschutz für Telefonleitungen, Power Management Software, Fernüberwachung sowie schlüsselfertige Integrations- und Supportdienstleistungen.

Weitere Informationen finden Sie unter www.eaton.com/powerquality.

3-5-9 – so einfach kann Spannungsschutz sein

Es gibt 9 mögliche Spannungsprobleme. Diese sind im Balken rechts aufgelistet. Mit dem 3-5-9 Konzept von Eaton sehen Sie ganz einfach, welche Spannungsprobleme sich mit welcher USV-Anlage vermeiden lassen und welche Lösung für Ihre Umgebung die beste ist – eine große Hilfe für Sie bei der Bestimmung Ihrer Bedürfnisse in puncto Spannungsschutz.

Serie 3 – Basisschutz

Lösungskonzept für die preiswerte Sicherung von Anlagen und Daten im privaten Bereich oder in kleinen Büros gegen die drei häufigsten der neun möglichen Netzprobleme.

Serie 5 – Effizienter Schutz

Vernetzte IT-Strukturen in Büros sind die Domäne für diese Produkte. Schutz gegen fünf Netzprobleme.

Serie 9 – Rundumschutz

Diese USV-Anlagen in Doppelwandler-technik und vollem Schutz gegen alle neun Netzprobleme sind das Beste, was die USV-Technik zu bieten hat.

First Class USV-Anlagen von Eaton

Damit Spannungsprobleme Ihre kritischen Anwendungen nicht mehr beeinträchtigen können und die Qualität der Netzspannung maximal ist, wird der Einsatz hochwertiger Stromversorgungssysteme notwendig.

Aufschluss über die Qualität der versorgenden Spannung unter Berücksichtigung sämtlicher Betriebsbedingungen bietet nun die neue USV Produktnorm IEC 62040, Teil 3. Sie klassifiziert die USV nach ihrem Betriebsverhalten und zeigt die Methoden zur Festlegung der Leistungs- und Prüf-anforderungen.

Die Basis des Eaton Schutzkonzeptes sichert Ihre Systeme gegen die 9 möglichen Spannungsprobleme ab.

Im folgenden Aufsatz hat der Autor zwar 10 Netzfehler beschrieben, jedoch wird im Eaton 3-5-9 Konzept die Störung „Blitzeinwirkungen“ mit dem Fehler „Spannungsstöße“ zusammengefasst. Damit sichern alle Eaton USV-Serien ihre Verbraucher normgerecht gegen diese Fehler ab.



1. Stromausfall



2. Spannungseinbrüche



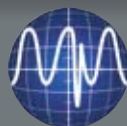
3. Spannungsstöße



4. Unterspannung



5. Überspannung



6. Schaltspitzen



7. Störspannungen



8. Frequenzabweichungen



9. Harmonische Oberwellen

Klassifizierung der USV nach ihrem Betriebsverhalten

Die bisherigen Begriffe für verschiedene USV-Topologien, wie „On-Line“, „Line-Interaktiv“ oder „Offline“ sind nicht eindeutig.

Hinzu kommt, dass es einen Wildwuchs an Begriffen gibt, die von vielen USV-Herstellern, Händlern und Anbietern frei erfunden werden. Dabei werden USV-Topologien, Phantasienamen und Betriebsarten beliebig gemixt.

Heute herrscht dadurch eine babylonische Sprachverwirrung – zum Nachteil der USV-Anwender. Selbst der Begriff „Doppelwandler-Technik“, der die klassische „Online“-Topologie genauer beschreibt, wird von einigen Anbietern anderer Topologien für sich vereinnahmt.

Motivation/Aufgabe

Die bisherigen Bezeichnungen – z.B. für <On-Line> – laden gerade zu einem falschen Verständnis ein. Deshalb die Anmerkung in der neuen IEC 62040-3:

„...On-Line bedeutet, dass die Verbraucherlast ständig vom Wechselrichter versorgt wird, unabhängig davon, in welchem Zustand sich der Wechselstrom-eingang befindet. Allerdings bedeutet <On-Line> auch <Am Netz>. Um Missverständnisse zu vermeiden, sollte diese Bezeichnung nicht gebraucht werden, ...“

Die neue IEC 62040-3 geht deshalb einen neuen Weg – komplett weg von den alten Begriffen und unabhängig von missverständlichen Namen.

Die Grundidee dazu:

Für kritische Anwendungen ist die Qualität der versorgenden Spannung relevant – und dies unter allen Betriebsbedingungen! Diese Aufgabe löst die IEC 62040-3 durch die Einführung eines dreistufigen USV Klassifikations-Code bezüglich des Betriebsverhaltens der USV-Ausgangsspannung.

Problem: Netzstörungen

Nun gibt es die verschiedensten Netzfehler / Spannungsabweichungen. Die 10 häufigsten und für Endgeräte wichtigsten werden hier aufgeführt:

Netzstörungen	Zeit
1. Netzausfälle	> 10 ms
2. Spannungsschwankungen	< 16 ms
3. Spannungsstöße (Surge)	4 ... 16 ms
4. Unterspannungen	kontinuierlich
5. Überspannungen	kontinuierlich
6. Blitzeinwirkungen	sporadisch < 1 ms
7. Spannungsspitzen	< 4 ms
8. Frequenzschwankungen	sporadisch
9. Spannungsverzerrungen (Burst)	periodisch
10. Spannungsüberschwingungen	kontinuierlich

USVs haben die Aufgabe, nicht nur eine Lösung gegen Netzausfälle zu sein, sondern möglichst viele dieser Netzstörungen von den Verbrauchern fern zu halten.

Hochinteressant wird es, wenn die 10 Netzstörungen den Eigenschaften / Betriebsverhalten der drei USV-Klassen zugeordnet werden können. Doch zuerst die USV-Klassifizierung.

USV-Klassifizierung

Die Fachleute in den internationalen Normungsgremien haben einen dreistufigen Klassifizierungscode erstellt:

Stufe 1	Abhängigkeit des USV-Ausganges vom Netz
Stufe 2	Die Spannungskurvenform des USV-Ausganges
Stufe 3	Dynamische Toleranzkurven des USV-Ausganges

**Definition Stufe 1:
Abhängigkeit des Ausganges vom Netz**

Code	„USV-Ausgang ist unabhängig vom Netz“ [Where the UPS output is I ndependent of mains V oltage and F requency variations]
VFI	
	„USV-Ausgangsfrequenz ist abhängig von der Netzfrequenz“ [Where the UPS output is D ependent of mains frequency variations, but supply V oltage variations are conditioned I ndependent]
VI	
	„USV-Ausgang ist abhängig von Änderungen der Netzspannung und der Netzfrequenz“ [Where the UPS output is D ependent on mains V oltage and F requency variations]
VFD	

- VFI** Die Ausgangsspannung ist **unabhängig** von **allen** Netzspannungs- und Frequenzschwankungen und wird innerhalb der Grenzen nach IEC 61000-2-4 geregelt.
- VI** Die Ausgangsspannung ist **abhängig** von der Netzfrequenz, die Ausgangsspannung wird aber durch aktive oder passive Regeleinrichtungen innerhalb bestimmter Grenzen aufbereitet.
- VFD** Der USV-Ausgang ist abhängig von Änderungen der Netzspannung und der Netzfrequenz, wenn die USV keine Maßnahmen zur Verbesserung durch Anzapftransformatoren, EMV-Filter oder Varistoren hat.

**Definition Stufe 2:
Die Spannungskurven des USV-Ausganges**

Die Stufe 2 ordnet die Kurvenform der Ausgangsspannung in ein recht grobes Raster ein – jeweils in den beiden Betriebsarten „Netzbetrieb“ und „Batteriebetrieb“:

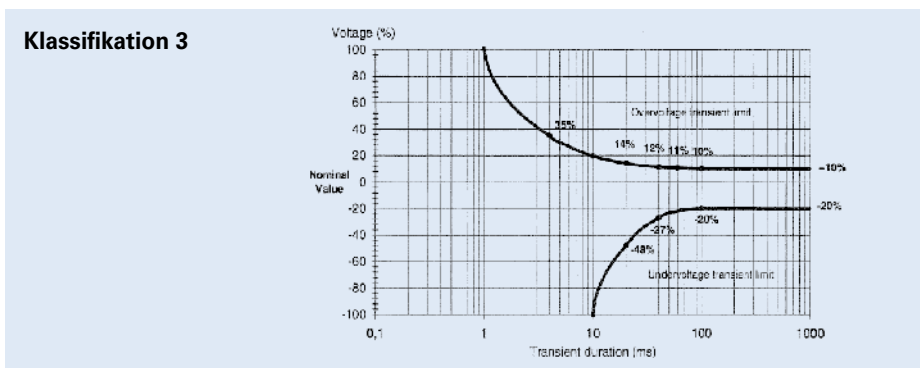
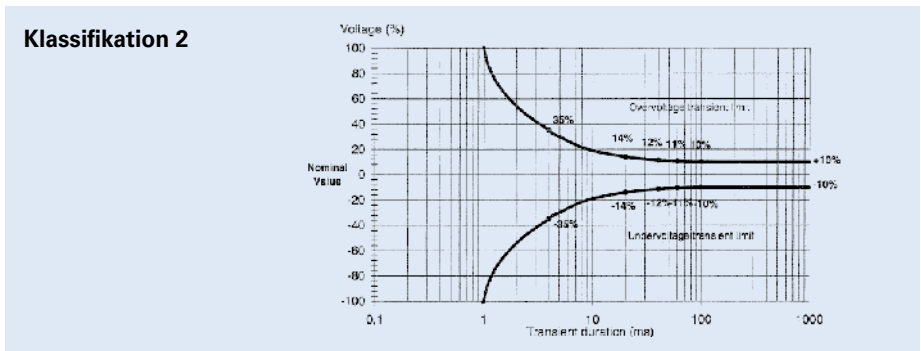
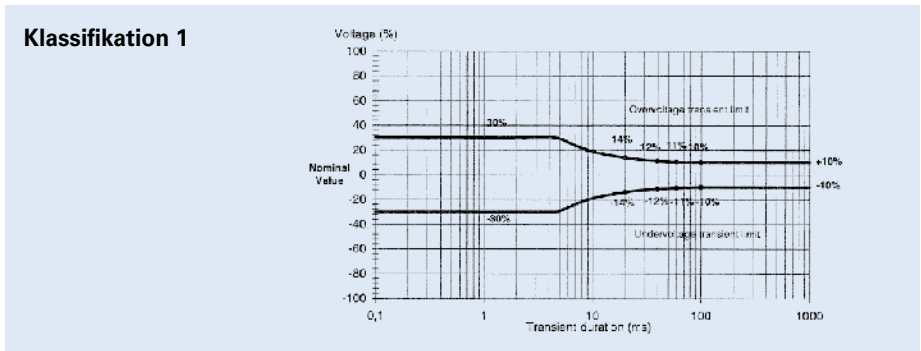
Code	sinusförmig: Verzerrungsfaktor $D < 0,08$ (IEC 61000-2-2) bei allen linearen und nicht linearen Referenzlasten oder
S S	
	nicht sinusförmig: $D > 0,08$ bei nichtlinearer Referenzlast oder
X X	
	nicht sinusförmig: überschreitet auch die Grenzwerte von IEC 61000-2-2
Y Y	
	erste Ziffer: bei Normalbetrieb zweite Ziffer: bei Batteriebetrieb

Insbesondere bei USVs des VFD-Types kann die Spannungskurvenform im Batteriebetrieb rechteckig oder trapezförmig sein, also erheblich von der Sinusform abweichen. Längst nicht alle Verbraucher sind dafür geeignet.

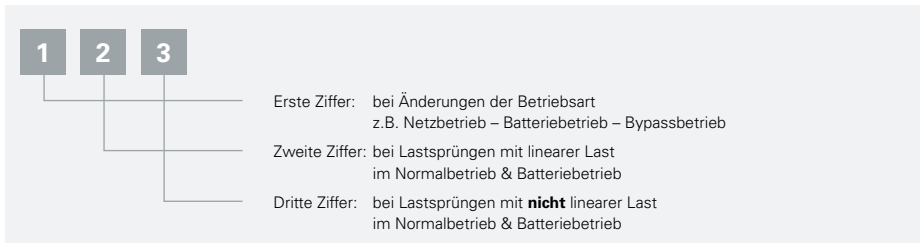
Definition Stufe 3: Dynamische Toleranzkurven des USV-Ausganges

Geschäftskritische Anwendungen benötigen unter allen Bedingungen eine saubere sinusförmige Spannung. So ist die Stufe 3, in der die maximal zulässigen dynamischen Abweichungen definiert sind, die „Königsdisziplin“ in der USV-Klassifizierung – denn hier trennt sich die „Spreu vom Weizen“:

Toleranzkurven geben Grenzwerte vor (unter folgenden Bedingungen):



Code der Ausgangs-Toleranzkurven



*Nur wenn für diese Stufe 3 der Klassifizierung tatsächlich **3 mal erster Klasse** garantiert wird, kann ein Anwender sicher sein, dass seine kritischen Anwendungen optimal geschützt sind.*

Diese Aussage gilt für die Qualität der Ausgangsspannung unter allen Betriebsbedingungen. Eine Aussage über die Verfügbarkeit einer USV ist damit nicht verbunden.

Sind die Anforderungen an die Verfügbarkeit sehr hoch – z. B. größer als 99,99 % – so müssen USVs redundant vorhanden sein, z. B. durch eine N+1 Konfiguration.

Der komplette USV-Klassifizierungscode lautet:

KLASSIFIZIERUNGSCODE

Ausgangs-Abhängigkeit vom Netz	Ausgangs-Kurvenform Verzerrung*	Ausgangs-Toleranz Toleranzen*
VFI	SS	111
VI	SX	122
VFD	SY	333

*Beispiele

Der komplette dreistufige Code ist sehr detailliert und auf den ersten Blick komplex, wird aber übersichtlich und – wie unter Punkt 2 versprochen –

hochinteressant, wenn die 10 Netzstörungen den Eigenschaften der drei USV-Klassen zugeordnet werden können.

4 Definition USV-Klassen und Netzstörungen

VFI-Klassifikation

Die Ausgangsspannung ist unabhängig von allen Änderungen der **Netzspannungsamplituden**.

Um auch die geforderte Unabhängigkeit von der **Netzfrequenz** zu erreichen, gilt die physikalische Voraussetzung, die Ausgangsspannung im Normalbetrieb komplett neu aus einem Gleichstromzwischenkreis* zu generieren. Durch die damit gegebene vollkommene Unabhängigkeit der USV-Ausgangsspannung vom speisenden Netz ist dieser USV-Typ

VFI-prinzipbedingt eine Lösung gegen alle 10 Netzstörungen.

VFI-Dynamik:

Mit diesem USV-Typ können auch die schärfsten Anforderungen an die dynamischen Spannungsabweichungen – die Klassifikation 1 – erreicht werden, auch beim Wechseln der Betriebsart sowie bei Lastsprüngen!

Dreimal die „Klassifikation 1“ ist nur mit diesem USV-Typ möglich. Deshalb:

VFI : USV-Klassifizierung 1 – Lösung gegen alle 10 Netzstörungen.

* Die verwendete USV-Technik ist die Doppelwandler-Technik oder „Double Conversion“ (früher: On-line). Betriebsart „USV-Dauerbetrieb“.



VI-Klassifikation

Fehler der **Netzspannungsamplitude** können in Grenzen ausgeregelt werden:

- Spannungsamplitude: etwa $\pm 20\%$
- Zeitfenster: Netzstörungen bis zu ca. 8 ms werden von der Regelung **nicht** unterdrückt.

Die Ausgangsspannung ist im Normalbetrieb **abhängig** von der **Netzfrequenz**.

Netzfrequenz- und Phasenfehler gelangen zum Verbraucher. Dieser USV-Typ benötigt deshalb keinen Gleichstromzwischenkreis.**

Dieser VI-Typ ist deshalb prinzipbedingt eine **Lösung gegen 5 der 10** beschriebenen Netzstörungen.

VI-Dynamik:

Beim Umschalten der Betriebsarten ist das Toleranzfeld der Klasse 1 nicht einzuhalten (Versorgungslücken!).

Auch muss die USV bei jedem kleinsten Netzfehler sofort durch einen elektronischen Schalter vom Netz getrennt und auf Batteriebetrieb umgeschaltet werden, um das gestörte Netz vom Verbraucher fernzuhalten. Auch dabei ist das Einhalten des Klasse 1-Toleranzfeldes selten möglich. (Auch wird die Batterie dadurch laufend belastet und altert entsprechend schnell.) Deshalb:

**VI : USV-Klassifizierung 2 –
Lösung gegen 5 von 10
Netzstörungen.**

** Die hier verwendete USV-Technik ist die Netz-Wechselrichter-Paralleltechnik (früher „Line Interaktiv“).
Betriebsart „USV-Netz-Parallelbetrieb“

VFD-Klassifikation

Der USV-Ausgang ist **abhängig** von Änderungen der Netzspannung und der Netzfrequenz. Prinzipbedingt werden im normalen „Netzbetrieb“ fast alle Netzstörungen an die Verbraucher weiter gereicht.***

Durch Anzapftransformatoren, EMV-Filter oder Varistoren können graduelle Verbesserungen erreicht werden.

Der VFD-Typ ist deshalb nur **eine Lösung gegen 3 der 10 Netzstörungen**.

VFD-Dynamik:

Bei erkanntem Netzausfall wird über einen mechanischen Schalter auf den Wechselrichter und damit auf Batteriebetrieb umgeschaltet – mit einer typischen Lücke von 4 – 8 ms. Damit ist klar, dass mit diesem USV-Typ nur das Toleranzfeld der Klasse 3 erreichbar ist. Deshalb:

**VFD : USV-Klassifizierung 3 –
Lösung gegen 3 von 10
Netzstörungen.**

*** Die hier verwendete USV-Technik ist die „Passive Netz-Paralleltechnik“ (früher „Off-Line“).
Betriebsart: „USV-Passiver Netz-Parallelbetrieb“

Netz-Störungen und USV Klassen

Entsprechend diesen Abhängigkeiten sind in der folgenden Grafik die drei USV-Typen den 10 Netzfehlern als differenzierte Lösungen zugeordnet worden. Sie dient der Übersicht und der Entscheidungsfindung für den Anwender.

	Phänomene	Zeit	z. B.	IEC 62040-3	USV-Lösung	Lösung
1	Netzausfälle	> 10 ms		VFD Voltage + Frequency Dependent	Klassifizierung 3 Offline	-
2	Spannungseinbrüche	< 16 ms				-
3	Spannungsschübe (Surge)	< 16 ms				-
4	Unterspannungen	kontinuierlich		VI Voltage Independent	Klassifizierung 2 Line-Interactive	-
5	Überspannungen	kontinuierlich				-
6	Blitzeinwirkungen	sporadisch		VFI Voltage + Frequency Independent	Klassifizierung 1 (true) Online real Double-Conversion	Blitz- und Überspannungsschutz (IEC 60364-5-534)
7	Spannungsspitzen	< 4 ms				
8	Frequenzschwankungen	sporadisch				siehe 6 und 7
9	Spannungsverzerrung (Burst)	periodisch				
10	Spannungsüberschwingungen	kontinuierlich				

Eaton First Class USVs

Basierend auf dem Eaton Spannungsschutz-Prinzip „so einfach wie 3-5-9“ zeigt die neue VDE-Norm 3 USV-Typen, die zehn Netzfehlern zugeordnet werden können.

Aufgrund der Ähnlichkeit der Störung wurde beim Eaton Spannungsschutz-Prinzip 3-5-9 die Störung „Blitzeinwirkungen“ in die Störung „Spannungsschübe“ integriert.

Klassifizierung

Klasse	Neue Definitionen	Alte Definitionen	Eaton USV-Anlagen
3	VFD : USV-Ausgang abhängig von Spannungs- und Frequenzänderungen des Netzes (Voltage and Frequency Dependent)	- Off-Line - Stand-by - Bereitschaftsbetrieb - Passiver Mitlaufbetrieb	Eaton 3105 Eaton Protection Station Eaton Ellipse ASR
2	VI : USV-Ausgangsfrequenz abhängig von der Netzfrequenz, Spannung stabilisiert (elektronisch/passiv) innerhalb der Grenzwerte für Normalbetrieb (Voltage Independent)	- Single conversion - Delta conversion - Line-Interactive - Aktiver Mitlaufbetrieb	Eaton 5110 Eaton 5115 Eaton 5115RM Eaton 5125 Eaton 5125RM 6000 VA Eaton 5130 Eaton Ellipse MAX Eaton Evolution Eaton Evolution S
1	VFI : USV-Ausgang unabhängig vom Netz, Spannungs- und Frequenzänderungen innerhalb der Grenzen nach IEC 61000-2-4 (Voltage and Frequency Independent)	- On-Line - Double conversion - Dauerbetrieb - Dauerwandler	Eaton 9130 Eaton 9135 Eaton 9140 Eaton 9155 Eaton 9355 Eaton 9390 Eaton 9395 Eaton EX Eaton MX/MX Frame Eaton EX RT

Zusammenfassung

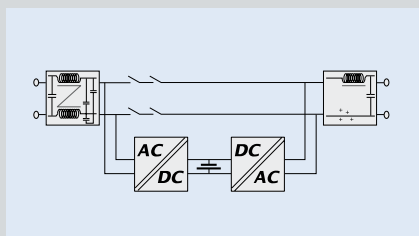
Ausgehend von der Begriffsvielfalt und dem Namensmissbrauch sowie damit einhergehender Verwirrung der Anwender wurde der dreistufige Klassifikationscode nach der IEC 62040-3 erläutert. Die zehn wichtigsten Netzfehler wurden dargestellt. Die Leistungsfähigkeiten der drei USV-Typen wurden aufgezeigt.

Damit lassen sich die drei USV-Typen den zehn Netzfehlern zuordnen (siehe vorherige Tabelle).

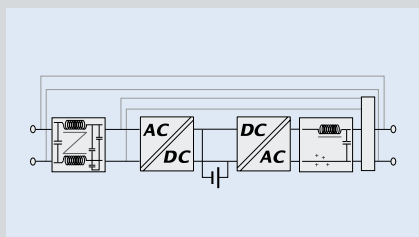
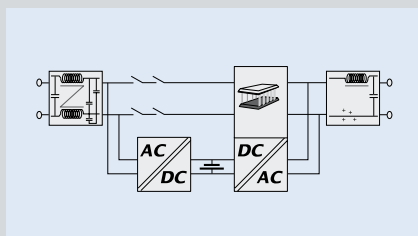
Der neue Klassifikationscode bildet zusammen mit der Tabelle ein hervorragendes Instrument zur eindeutigen Leistungsbeurteilung von verschiedenen USV-Typen – und dies losgelöst von missverständlichen Begriffen und Namen.

Anwender sollten deshalb Anbieter meiden, die keine oder nur lückenhafte Angaben zur neuen USV-Klassifikation machen.

Offline Technologie – Basisschutz VFD



Line Interactive Technologie – Effizienter Schutz VI



Online Technologie – Rundum Schutz VFI

Eaton USV-Systeme



Eaton's Online USV Anlagen bestehen ausschließlich aus „First Class USVs“ entsprechend der Produktnorm IEC 62040-3 Class 1 (VFI-SS-111).

EATON
Powering Business Worldwide

Eaton Power Quality GmbH
Karl-Bold-Straße 40
D-77855 Achern · Germany
Tel. +49(0)7841 604-0
Fax +49(0)7841 604-5000
infoGermany@eaton.com
www.eaton.com/powerquality